

В. Бутин (Компания «Совзонд»)

В 2003 г. окончил Московский военный институт радиоэлектроники по специальности «радиоэлектроника».

В настоящее время — ведущий специалист по радиотехническим системам компании «Совзонд».

Кандидат технических наук.

Выбор наземного комплекса приема и обработки данных с радиолокационного спутника RADARSAT-2

Существует два основных способа получения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): покупка данных у оператора спутника и организация собственного наземного комплекса приема и обработки данных (НКПОД). Далее, можно найти еще несколько способов, таких, как виртуальный прием, так называемая «подписка», когда заказчик покупает у оператора некоторый объем данных ежемесячно, например с целью мониторинга выбранной области; однако это только разновидности двух вышеперечисленных способов получения данных.

Предположим, что объем требуемых данных позволяет соизмерить объем финансирования, необходимый для организации собственного приемного комплекса. Стоимость данных, которые принимаются на наземный комплекс, несколько меньше, чем стоимость данных, приобретаемых у оператора спутника, а финансирование для приобретения антенного комплекса, лицензии на прием данных и соответствующего оборудования носят единовременный характер, следовательно, при увеличении количества приобретаемых данных стоимость приема на НКПОД может сравняться с покупкой данных у оператора.

Целесообразность приобретения НКПОД можно выразить следующим образом:

$$Vd \times C_0 = Vd \times C_s + Cl + C_n,$$

где: Vd — объем требуемых данных, кв. км;

C_0 — стоимость кв. км данных, у оператора;

C_s — стоимость кв. км данных принимаемых на станцию;

Cl — стоимость лицензии на прием данных;

C_n — стоимость организации НКПОД (включает стоимость антенного комплекса, стоимость требуемой аппаратуры, стоимость необходимого программного обеспечения).

Можно обозначить следующее правило:

$$Vd \times (C_0 - C_s) = Cl + C_n.$$

Когда объем требуемых данных, умноженный на разницу стоимости покупки данных и стоимости приема данных на НКПОД, превысит затраты на приобретение лицензии на прием данных и приобретение НКПОД или будет соизмерим с ними, тогда наиболее рациональна организация собственного НКПОД.

Здесь, конечно же, не учитываются различные другие возможности НКПОД, такие, как: прием данных с метеорологических космических аппаратов (КА), в свободное от основной работы время, максимальная оперативность получения данных, возможность организации приема с нескольких КА ДЗЗ и т.д.

Еще одним из препятствий при решении вопроса о целесообразности организации собственного НКПОД

является неопределенность погодных условий. Так, например, если вы организовали НКПОД под прием данных ДЗЗ в оптическом диапазоне и во время проведения съемки облачность не позволила получить качественные данные, то съемка считается выполненной. Данным риском и определяется разница в стоимости приема данных на собственный НКПОД и покупки данных у оператора (при заказе данных у оператора заранее оговаривается приемлемый уровень облачности).

В связи с этим более эффективно организовывать НКПОД под прием данных с радиолокационных КА. Одним из самых востребованных радиолокационных космических аппаратов ДЗЗ является RADARSAT-2 (оператор спутника, канадская компания MDA).

Данный спутник обладает самыми широкими воз-

можностями по выбору режимов съемки, наибольшей полосой захвата и четверной поляризацией, что обеспечивает его востребованность у потребителей данных ДЗЗ.

Продолжающий свою активную работу КА RADARSAT-1 и заявления компании MDA о перспективах продолжения поколения радиолокационных спутников в виде запуска в 2014–2015 гг. КА RADARSAT Constellation 1–3 свидетельствуют о надежности разработанных спутниковых систем и возможности долгосрочной работы с данной группировкой.

Все вышеперечисленное позволяет говорить о целесообразности организации собственного наземного комплекса приема и обработки данных с КА с точки зрения надежности.

Таблица 1

Требования к НКПОД для получения данных от спутника RADARSAT-2

N/N п/п	Параметр	Значение
1	Рабочая частота, МГц	8000...8500
2	RADARSAT-2 канал №1, МГц	8105
3	RADARSAT-2 канал №2, МГц	8230
4	Вид поляризации	Правая круговая
5	Вид модуляции	QPSK
6	Скорость потока данных, Мбит/с	>105
7	Полный обзор небосвода без «мертвых зон» от угла места, град.	5
8	Сопровождение КА с высотой орбиты, км	>450
9	Точность сопровождения КА в режиме программного управления, град.	<0,1
10	Точность сопровождения КА в режиме автосопровождения, град.	<0,05
11	Добротность антенной системы, Дб/К	>29
12	Вероятность искажения принимаемой информации	1,00E-05
13	Отношение сигнал/шум, Дб	>9,9
14	Загрузка эфемерид спутника из сети Интернет	–

Техническая возможность организации приема данных с выбранного КА оценивается по требованиям, которые предъявляет оператор (или разработчик КА). Основные требования, предъявляемые к НКПОД для приема данных с КА RADARSAT-2 со стороны компании MDA, представлены в табл. 1.

Кроме представленных в таблице требований, существует еще несколько, как, например, возможность формирования тестового сигнала для проведения самопроверки приемного тракта; автоматическое программирование плана работы станции в зависимости от присланного графика сеансов связи и т.д. Такие требования к НКПОД больше направлены на автоматизацию процесса получения и предварительной обработки данных, чтобы максимально исключить возможность срыва сеанса связи по причине человеческого фактора. В настоящее время комплексы приема и обработки данных в большинстве случаев работают автоматически по заранее спланированному графику.

Вмешательство в работу комплекса сервисного персонала станции производится только при проведении технического обслуживания или возникновении конфликта при работе с несколькими КА.

Основное направление развития НКПОД нацелено на максимальную унификацию используемого оборудования. Данное направление позволяет проводить ремонт и модернизацию антенной системы за несколько часов.

В связи с предполагаемым сроком службы НКПОД около 15 лет и наиболее целесообразно несколько расширить характеристики станции в соответствии с тенденциями развития КА ДЗЗ. Так, одним из основных направлений развития КА ДЗЗ является увеличение скорости передачи данных с борта КА на наземный комплекс и уменьшение энергетика сигнала, что, в свою очередь требует увеличения диаметра приемной антенны и повышения точности сопровождения принимаемого космического аппарата. В случае с КА RADARSAT-2 возможно организовать прием данных на антенную систему с менее жесткими характеристиками, например если использовать один канал связи. И такие системы существуют, однако перспективность использования подобных систем через 3–5 лет с другими КА вызывает большие сомнения.

Таким образом, выбор НКПОД определяется объемом требуемых данных и характеристиками выбранного КА ДЗЗ или нескольких КА ДЗЗ. Наиболее перспективно использовать прием данных с радиолокационных КА, так как исключается риск получения некачественных данных из-за облачности.

В настоящее время компания «Совзонд» поставляет НКПОД как российского, так и зарубежного производства, обеспечивающий прием данных со следующих КА ДЗЗ:

Радарные КА:

- COSMOSkyMed-1–4;
- RADARSAT-1,2;
- Envisat.

Оптические КА:

- RapidEye, UK-DMC-2 (входит в состав группировки спутников DMC, предназначенных для оперативной съемки районов стихийных бедствий);
- Cartosat-1,2.

Метеорологические КА:

- Aqua;
- Terra и др.

Перспективные КА:

- Nigeriasat-2 (КА высокого разрешения третьего поколения спутников группировки DMC; находится в тестовой эксплуатации);
- Suomi NPP (многофункциональный КА, предназначенный для съемки различных параметров атмосферы, океанов и земной поверхности);
- Sentinel (всего планируется запустить 10 радарных и оптических КА в 2013–2020 гг.; спутники предназначены для поддержки программы GMES — Global Monitoring for Environment and Security);
- Landsat-8 (планируется к запуску в конце 2012 г.) и др.

Специалисты компании «Совзонд» подберут наиболее эффективный способ получения данных ДЗЗ в зависимости от требований заказчика (поставка НКПОД, модернизация существующего НКПОД, организация приема данных на НКПОД компании-партнера, непосредственная покупка данных у оператора) и обеспечат его бесперебойную работу.